

# KETIDAKSTABILAN PANTAI SEBAGAI KENDALA PENGEMBANGAN DAERAH PERUNTUKAN DI PERAIRAN LASEM JAWA TENGAH

Oleh :

D. Ilahude<sup>1)</sup> dan E. Usman <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Puslitbang Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuran No.236, Bandung

## SARI

*Lokasi daerah studi secara geografis terletak di pesisir utara Pulau Jawa dan termasuk pantai terbuka terhadap pengaruh energi gelombang dari arah barat laut dan timur laut. Proses abrasi di sepanjang garis pantai Lasem khususnya di bagian timur laut relatif besar. Pasokan sedimen dari pesisir pantai bagian timur laut Lasem tersebut cenderung diendapkan di bagian tengah dan barat daya daerah penelitian.*

**Kata Kunci :** abrasi, pasokan sedimen

## ABSTRACT

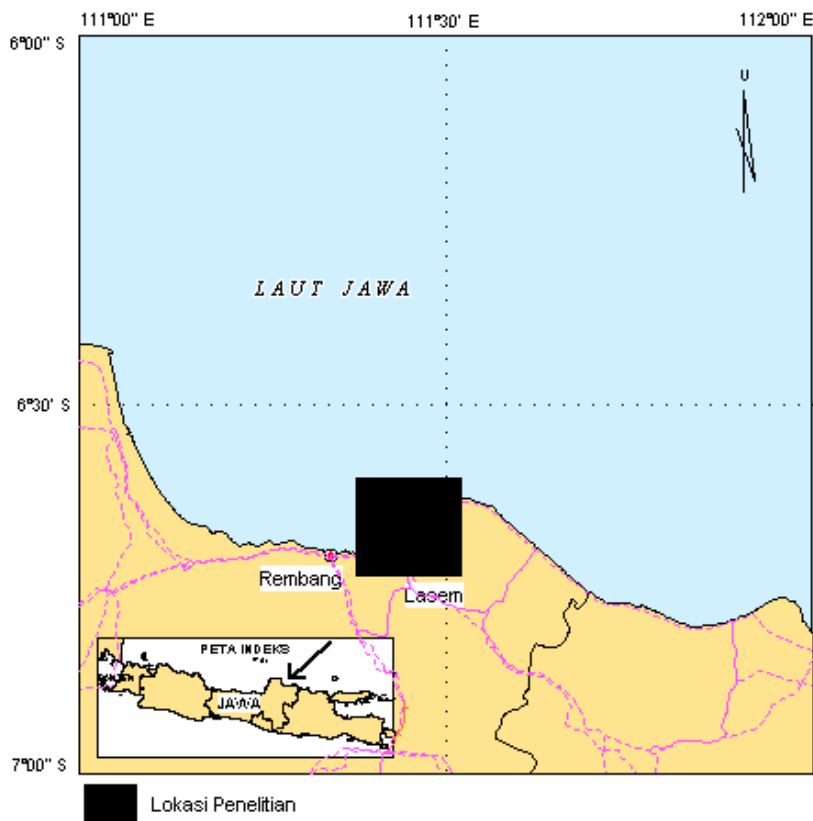
*The study area is geographically located on the northern coast of Jawa, which is an open beach influenced by wave action from the northwest and northeast direction. The abrasion process occurs relatively at the northeastern coastline of the Lasem area. Sediment supply from the northeastern of Lasem tend to be deposited in the central and the southwestern part of the study area.*

**Key words :** abrasion, sediment supply

## PENDAHULUAN

Daerah yang diteliti secara geografis terletak di pantai bagian utara Pulau Jawa (pantura), yang dibatasi oleh koordinat 111°23' - 111°31' BT dan 6°26' - 6°34'LS. Pesisir pantai utara daerah ini dari tahun ke tahun mengalami abrasi terutama di bagian timur Kabupaten Rembang yaitu daerah Lasem bagian timur (Usman, 2004). Aktivitas energi gelombang tersebut ditandai dengan adanya indikasi abrasi pada beberapa lokasi di bagian timur laut Lasem, dan akumulasi sedimen di muara sungai. Diperkirakan fenomena alam tersebut berlangsung secara musiman (Foto 1). Ketidakstabilan garis pantai akibat adanya abrasi gelombang musiman tidak dapat dihindari terutama pada musim barat, menyebabkan garis pantai di bagian timur Kecamatan Lasem ini mengalami kemunduran pada beberapa lokasi, terutama lahan pertanian dan tumbuhan *mangrove* di kawasan tersebut.

Sebagian tumbuhan *mangrove* yang masih tersisa di bagian timur Lasem ini cukup menahan laju abrasi pantai di kawasan tersebut. Secara visual proses abrasi dan akresi di pesisir perairan Lasem dan sekitarnya masih berjalan secara alami, akan tetapi jika pada suatu ketika di daerah Lasem bagian timur terjadi pembukaan lahan tambak ataupun pengembangan daerah peruntukan, maka laju abrasi pantai tersebut diperkirakan akan meluas terutama ke arah bagian timur. Sementara itu di pihak lain laju abrasi tersebut akan melahirkan material (sedimen) yang mengambang, sehingga bersamaan dengan itu, pada musim barat dan timur adanya arus menyusur pantai yang cenderung memasok sedimen tersebut ke beberapa lokasi yang menimbulkan sedimentasi (akresi) di sepanjang pantai. Gejala sedimentasi ini dapat mengimbangi laju abrasi yang telah terjadi di bagian timur laut Lasem yang diperkirakan berlangsung pada musim barat.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

Proses sedimentasi di kawasan tersebut ditunjukkan oleh endapan sedimen (gosong pasir) dengan bentuk melingkar dekat garis pantai dengan luas mencapai 246,5 ha (Usman drr, 2004).

Gejala abrasi garis pantai di beberapa lokasi di bagian timur laut Lasem tersebut, merupakan indikasi bahwa telah terjadi refraksi penjalaran gelombang (*wave orbital refraction*) menuju pantai yang memicu arus sejajar pantai (*longshore current*) yang bergerak memasok sedimen cenderung ke arah barat daya. Pasokan sedimen secara periodik (musiman) ini berdampak terhadap pendangkalan di pesisir pantai Lasem dan sekitarnya. Terjadinya pengendapan sedimen di muara sungai maka diperkirakan paling tidak, ada dua sumber pemasokan material di pesisir perairan Lasem ke arah barat daya yaitu yang pertama adalah yang berasal dari abrasi pantai di bagian timur laut

dan kedua adalah sedimen dari daratan terutama yang dipasok oleh sungai pada musim hujan.

Untuk mengkaji proses abrasi dan sedimentasi di daerah tersebut, diperlukan data dan informasi mengenai aspek geologi dan oseanografi di perairan tersebut, terutama data litologi pantai dan data parameter oseanografi. Oleh karena daerah penelitian tidak termasuk dalam zona perairan samudera maka tujuan dari penelitian hidro-oseanografi yang dilakukan di daerah pesisir pantai perairan Lasem ini, diarahkan hanya untuk mengkaji dua aspek yaitu yang memicu proses abrasi dan laju pasokan sedimen (Q) serta arah pengendapannya yang berkaitan dengan pengembangan daerah peruntukan di daerah Lasem dan sekitarnya.

### Tatanan Geologi

Menurut Kadar dan Sudijono (1993), daerah Rembang dan sekitarnya merupakan dataran aluvium yang tersusun oleh endapan sungai dan pantai yang terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lanau dan lempung, sedangkan pada dataran



Foto 1. Sedimentasi di muara sungai di lokasi B2 (pada gbr. 4) di bagian tengah daerah telitian.

rendahnya tersusun oleh batuan sedimen napal, batupasir, batulempung, batulempung gampingan dan serpih yang menempati daerah bagian utara, barat dan timur.

Secara visual pesisir pantai daerah Lasem dan sekitarnya mempunyai bentang alam yang berhadapan dengan Laut Jawa dengan berbagai tipe pantai. Tipe pantai dataran berlumpur terdapat di bagian barat daerah penelitian, sedangkan tipe pantai dataran berpasir dan berbakau serta pantai bertebing berbatuan, terdapat di daerah bagian timur Lasem (Usman drr, 2004).

Jika dilihat dari dinamika proses pantai dan klasifikasi zona pantai (*coastal zone*) maka horizon pantai daerah penelitian termasuk dalam katagori zona pantai terbuka (*open beach*) (Sulaiman drr, 1993).

### Metode Penelitian

Sebagai dasar untuk memperoleh nilai parameter oseanografi dan pergerakan sedimen di sepanjang pantai (*longshore drift*), dilakukan analisis kualitatif terhadap data angin di atas 10 knot yang diacu dari data angin Stasiun Meteorologi Tanjung Perak Surabaya, Jawa Timur selama lima tahun. Nilai parameter tersebut ditentukan dengan menggunakan kurva prediksi gelombang perairan dalam (*deep water wave forecasting curve*) (Bretschneider, 1954), guna mendapatkan tinggi dan periode gelombang di daerah penelitian. Untuk mendapatkan besaran energi fluks gelombang sepanjang pantai, digunakan formulasi Ijima dan Tang (1967). Dengan menggunakan perangkat lunak energi fluks, hasil analisis ini kemudian disajikan dalam peta pergerakan sedimen sepanjang pantai. Selanjutnya untuk mengetahui nilai laju pasokan sedimen tererosi (Q) persatuan waktu, dilakukan pendekatan dengan menggunakan persamaan *linier empiris* yang diformulasikan oleh Komar dan Inman dalam Bijker (1988). Nilai yang diperoleh tersebut merupakan pasokan rata-rata sedimen terangkut sepanjang pantai (*longshore transport rate*) akibat abrasi gelombang dalam satuan meter kubik pertahun.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Klimatologi dan Laju Sedimentasi

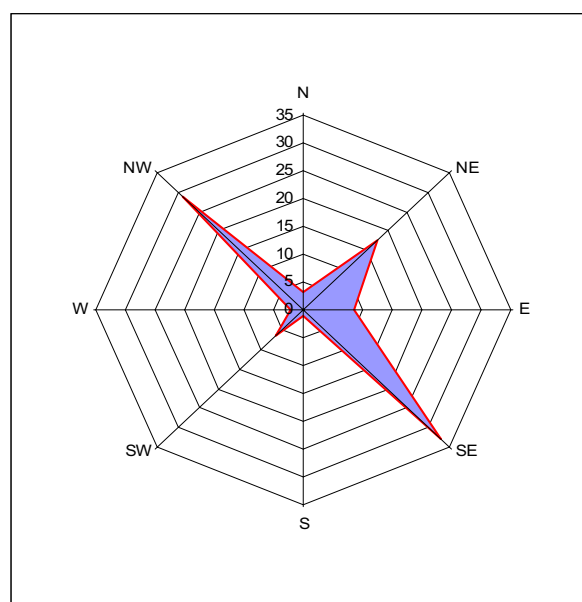
Dari data klimatologi, perairan ini sangat dipengaruhi oleh dinamika iklim global terutama pengaruh angin musim sepanjang tahun (Stasiun

Tabel 1. Analisis prosentase arah angin permukaan di atas 10 knot selama 5 tahun.

Arah	Prosentase %
Utara	3.01
Timur Laut	17.73
Timur	8.63
Tenggara	32.55
Selatan	0.98
Barat Daya	6.29
Barat	2.20
Barat Laut	28.57

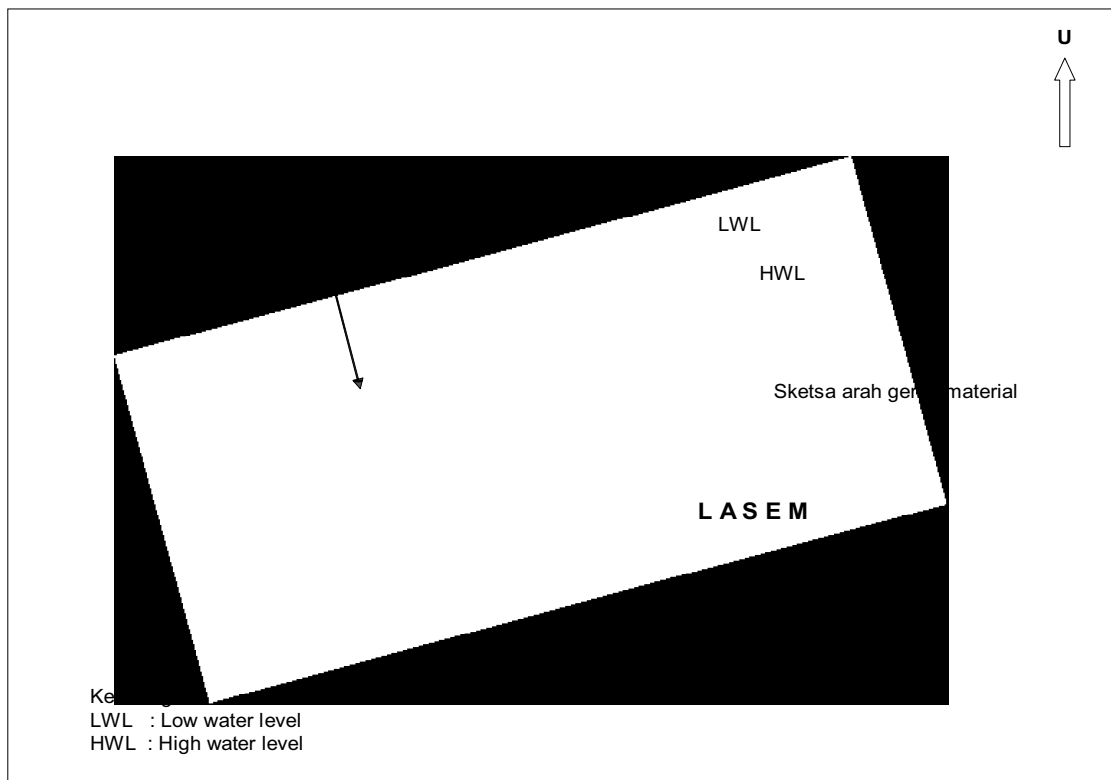
Meteorologi Tanjung Perak Surabaya, 1981-1985).

Hasil analisis data angin permukaan di atas 10 knot yang bersumber dari jaringan Stasiun Meteorologi Tanjung Perak Surabaya (Tabel 1), menunjukkan bahwa daerah pantai utara Jawa bagian timur, dipengaruhi oleh angin musim (*monsoon*) secara periodik baik dari barat laut maupun dari tenggara yang digambarkan dalam diagram *windrose* (Gambar 2). Persentase arah angin permukaan dari arah lainnya relatif kecil.



Ket.: 20- Persentase arah dan kecepatan angin dalam knot

Gambar 2. Diagram *windrose* hasil analisis dari data Stasiun Meteorologi Tanjung Perak Surabaya (1982-1985).



Gambar 3. Arah gerak sedimen sepanjang pantai akibat refraksi gelombang di perairan Lasem dan sekitarnya yang bersilasi antara surut terendah (LWL) dan pasang tertinggi (HWL).

Frekuensi angin ini cukup membangkitkan komponen parameter oseanografi secara signifikan antara lain tinggi gelombang dan arus sepanjang pantai (*longshore current*) di perairan Lasem dan sekitarnya.

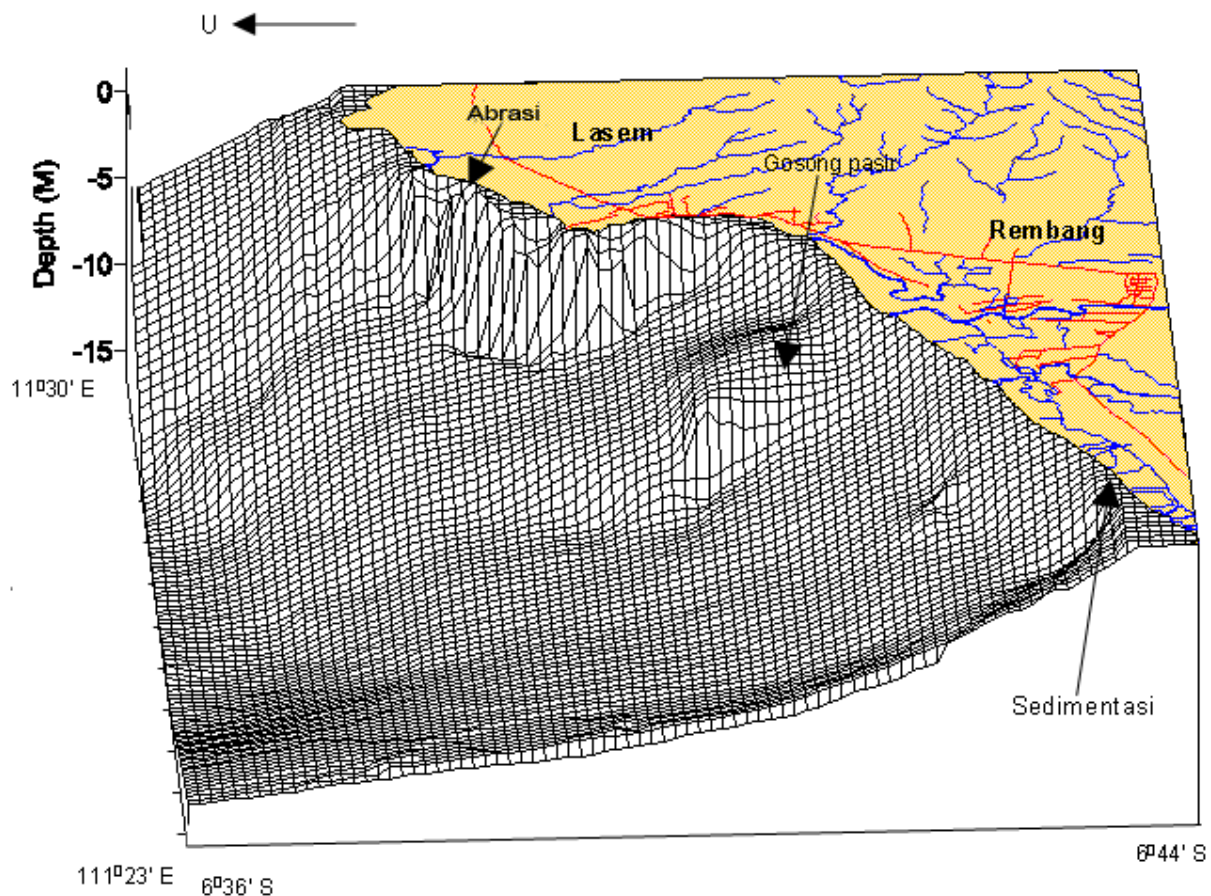
Secara visual arus sejajar pantai timbul setelah energi gelombang mengalami refraksi karena adanya perubahan kedalaman di lepas pantai Lasem (Gambar 3). Umumnya energi gelombang dan pergerakan sedimen tersebut terjadi pada saat air menuju pasang hingga pasang maksimum setelah melewati zona gelombang pecah dan bergerak osilasi mengikuti arus sejajar pantai dan sebagian bergerak ke arah lepas pantai.

Dari pengamatan di lapangan khususnya di lepas pantai bagian barat daya Lasem, terjadi pendangkalan yang ditandai dengan munculnya endapan sedimen (gosong pasir) pada saat air surut. Di pihak lain, bagian timurlaut Lasem secara visual dijumpai adanya indikasi erosi (abrasi) pada lereng pantai yang ditandai dengan kemiringan pantai yang curam dengan sudut kemiringan lebih besar dari 45 derajat, sedangkan di bagian barat daya relatif landai karena adanya sedimentasi. Pasokan sedimen yang membentuk gosong pasir tersebut menunjukkan bahwa paling

tidak telah terjadi pasokan sedimen sebagai efek dari proses abrasi pantai di bagian timur laut dan pasokan sedimen dari muara sungai yang dipasok ke arah barat daya. Pendangkalan tersebut ditunjukkan dalam morfologi tepian dasar laut pantai Lasem pada sisi bagian barat daya dan tengah daerah penelitian (Gambar 4).

Dari beberapa data di lapangan tersebut maka dilakukan pendekatan dengan menggunakan data statistik frekuensi angin guna menentukan nilai parameter gelombang yang berpengaruh terhadap pesisir pantai Lasem dan sekitarnya. Untuk mengkaji adanya endapan sedimen yang terakumulasi di bagian barat daya Lasem tersebut maka dilakukan pengumpulan data parameter oseanografi dan data angin selama lima tahun yang diambil dari Stasiun Meteorologi Tanjung Perak Surabaya. Data tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan kurva prediksi gelombang perairan dalam (*deep water wave forecasting*).

Berdasarkan pendekatan kurva prediksi gelombang perairan dalam, diperoleh tinggi gelombang di daerah penelitian berkisar antara 0.5 hingga 2.5 meter dengan periode antara 1.5 hingga 5.5 detik. Sudut datang gelombang pada titik pendugaan di sepanjang garis pantai sebagai



Gambar 4. Morfologi tepian dasar laut pantai Lasem dan sekitarnya

faktor koreksi untuk mendapatkan besaran nilai energi fluks dan arah arus sejajar pantai yang bermuatan sedimen (*longshore transport*).

Nilai energi fluks gelombang dapat diperoleh dengan mensubstitusikan nilai tinggi dan periode gelombang signifikan di sepanjang pantai pada persamaan linier empiris yang formulasikan oleh Ijima dan Tang (1967).

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa arah pergerakan sedimen tersebut cenderung ke arah barat daya dengan daerah abrasi meliputi kawasan bagian timur laut daerah Lasem yang digambarkan dalam peta pergerakan sedimen pantai sepanjang tahun (Gambar 5).

Kecepatan arus pasang surut (*tidal current*) yang terekam di daerah penelitian secara eksplisit relatif kecil yaitu rata-rata 0,1 meter/detik pada saat surut dan 0,05 meter/detik pada saat pasang. Dengan demikian pengaruhnya terhadap pergerakan sedimen jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan kecepatan pasokan sedimen yang ditimbulkan oleh komponen arus sepanjang pantai. Oleh karena kecepatan arus pasang surut tersebut relatif kecil maka prediksi tinggi

gelombang perairan dalam, khususnya pada tiga lokasi (W1, W2 dan W3), diperlukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh energi

$$Q = \frac{H}{(\rho_s - \rho)g(1 - p)}$$

gelombang yang memicu proses erosi dan arus sepanjang pantai di daerah Lasem (Gambar 5).

Dengan mengacu dari litologi pantai yang terdiri antara lain berupa sedimen pasir terutama di bagian timurlaut Lasem (Usman drr, 2004) maka volume pasokan sedimen rata-rata sepanjang pantai (*longshore transport rate*) dapat diperoleh dari formulasi yang diaplikasikan oleh Komar dan Inman dalam Bijker (1988) sebagai berikut :

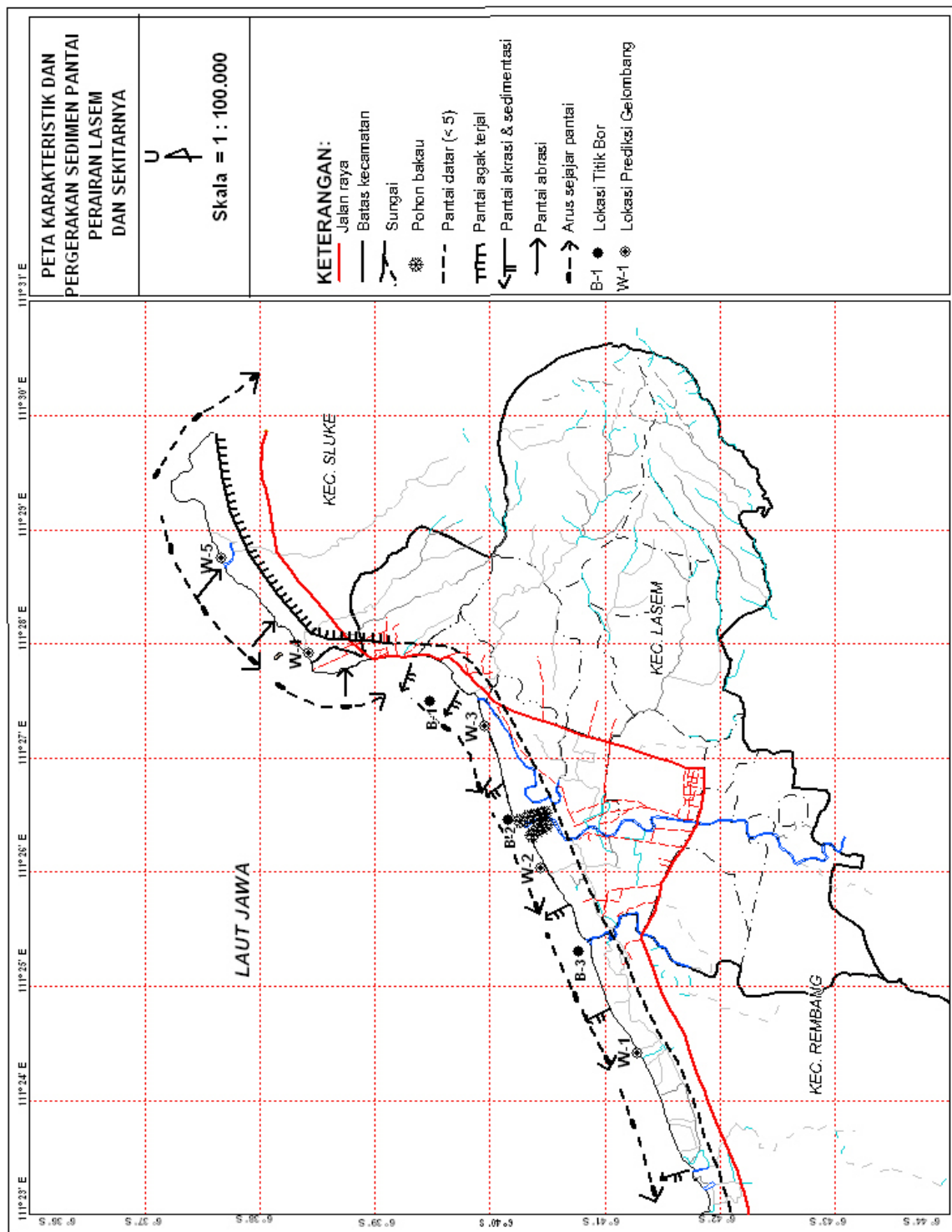
Dimana

Q : Volume pasokan material rata-rata sepanjang pantai (m<sup>3</sup>/tahun)

$\rho_s$  : Densitas sedimen (Kg/m<sup>3</sup>)

g : Percepatan gravitasi (m/det<sup>2</sup>)





Gambar 5. Peta pergerakan sedimen pantai sepanjang tahun di perairan Lasem dan sekitarnya.

No.	Lokasi	Energi Fluks ( $P_1$ )  (Newton-m/dt)	Pasokan Sedimen Rata-Rata Sepanjang Pantai ( $Q$ )  (m <sup>3</sup> /tahun)
1	Barat daya (Zona W-1)	18.56	1308.8
2	Tengah (Zona W-2)	34.9	2461.4
3	Timur laut (Zona W-3)	41.86	2952

Tabel 2. Prediksi pasokan sedimen rata-rata pertahun di pantai perairan Lasem dan sekitarnya.

$\rho$  : Densitas air (Kg/m<sup>3</sup>)

$p$  : Porositas sedimen

$Il$  : Laju pasokan material akibat energi fluks sepanjang pantai :  $K \times P_1$ ,

Dimana :

$K$  : Konstanta Komar dan Inman,

$P_1$  : Energi fluks sepanjang pantai.

Hubungan matematis di atas memperlihatkan bahwa nilai kumulatif  $Il$  merupakan fungsi linier dari nilai  $Q$ . Oleh sebab itu besaran energi fluks yang diperoleh di perairan Lasem dan sekitarnya (Tabel 2), merupakan salah satu acuan untuk mendapatkan nilai pasokan material rata-rata persatuan waktu. Pada musim timur dan barat, nilai  $Q$  ini akan meningkat terutama laju pasokan material sepanjang pantai ke arah bagian barat daya daerah penelitian.

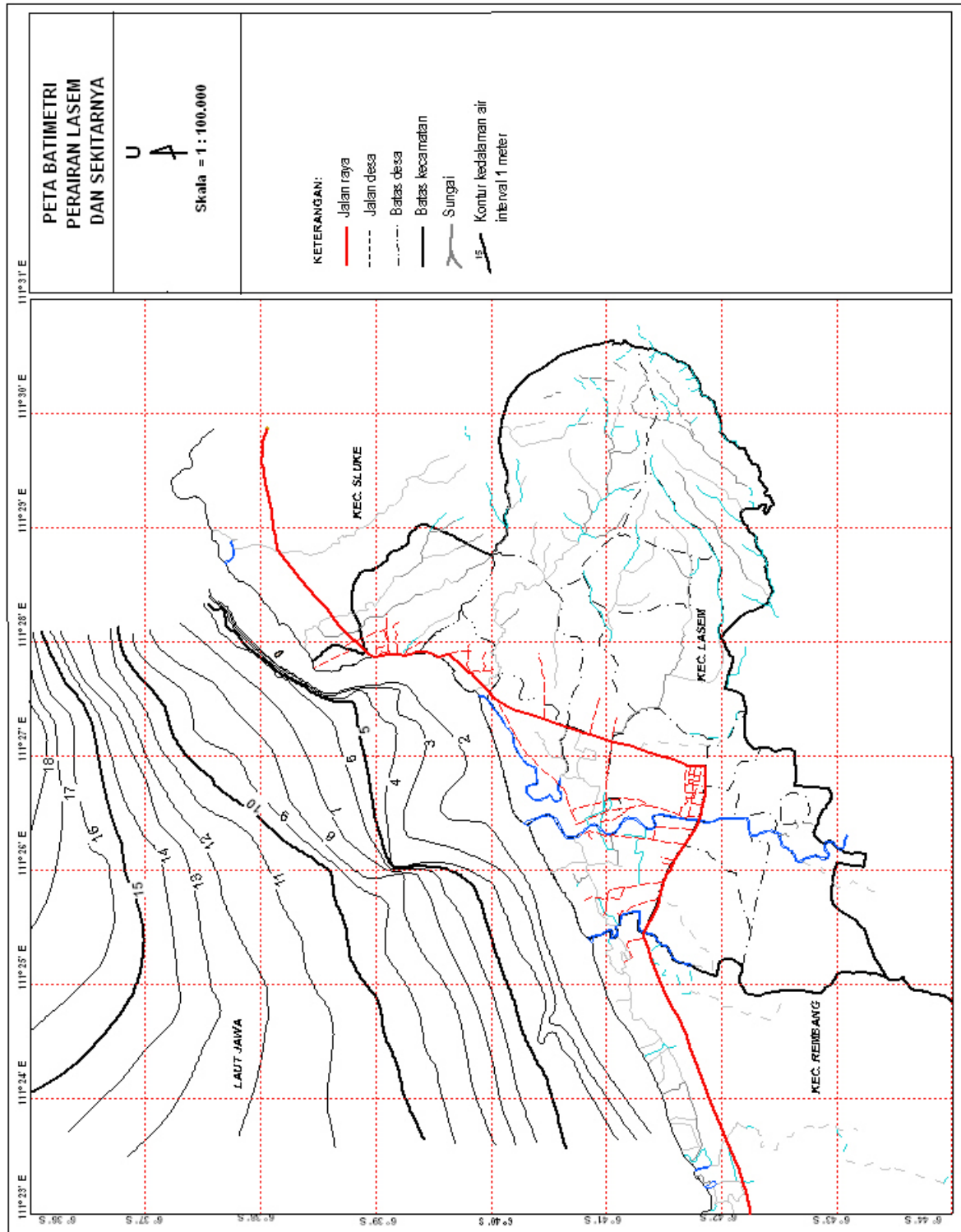
Dari peta pergerakan arus bermuatan sedimen (Gambar 5) dan prediksi pasokan sedimen rata-rata sepanjang pantai (Tabel 2), menunjukkan bahwa dari barat daya ke timur laut nilai pasokan sedimen rata-rata pertahun ( $Q$ ) adalah sebesar 1308.8, 2461.4, dan 2952 m<sup>3</sup>/tahun. Energi fluks gelombang terendah terdapat di bagian barat daya daerah penelitian yaitu pada zona W-1, sedangkan tertinggi berada di bagian zona W-3. Besaran energi fluks sepanjang pantai ( $P_1$ ) dan nilai pasokan sedimen rata-rata ( $Q$ ) pada tiga lokasi tersebut, bukan merupakan angka mutlak sepanjang tahun. Oleh sebab itu perubahan nilai energi *flux* ( $P_1$ ) pada musim barat dan musim timur akan berpengaruh pada besaran pasokan sedimen rata-rata ( $Q$ ) sepanjang tahun.

## PEMBAHASAN

Periode iklim pada musim barat dan timur sangat berpengaruh terhadap perubahan garis pantai di daerah penelitian yang ditandai dengan lereng pantai yang tererosi dan proses sedimentasi yang tampak di beberapa tempat. Adanya endapan sedimen di sekitar muara sungai merupakan indikasi adanya sebagian material yang dipasok dari darat terutama pada periode musim hujan yang telah terbukti dengan lahirnya gosong pasir di bagian barat daya daerah penelitian. Endapan sedimen yang terbentuk di muara sungai menunjukkan bahwa frekuensi curah hujan pertahun relatif besar yaitu sebesar 879 cm/tahun dengan rata-rata hari hujan 18 cm/tahun (Usman drr, 2004).

Dengan melihat kondisi di lapangan serta hasil prediksi tinggi gelombang dan pasokan sedimen rata-rata sepanjang tahun, maka di pesisir pantai Lasem dan sekitarnya terdapat titik-titik yang berpotensi terjadi abrasi yang ditunjukkan oleh zona abrasi dan pasokan sedimen sepanjang tahun yang mengarah ke barat daya. Pasokan sedimen rata-rata per tahun tersebut sangat erat kaitannya dengan frekuensi abrasi di pantai bagian timur laut Lasem. Adanya pasokan sedimen bergerak ke arah barat daya maka tidak menutup kemungkinan akan mengakibatkan proses sedimentasi di pesisir pantai tersebut semakin berkembang.

Hasil prediksi pasokan sedimen pada zona W-3 (Tabel 2), menunjukkan bahwa nilai  $Q$  di lokasi ini lebih besar dari pada di zona W-1 dan W-2 dengan jumlah nisbi pasokan sedimen cenderung bergerak ke arah barat daya, sesuai dengan pergerakan arus sepanjang pantai di daerah Lasem dan sekitarnya (Gambar 5).



Gambar 6. Peta kedalaman dasar laut (batimetri) perairan Lasem dan sekitarnya.



Dengan demikian dari aspek parameter oseanografi menggambarkan bahwa daerah bagian barat daya Lasem diperkirakan akan menjadi zona akumulasi sedimen sepanjang tahun. Perkembangan daerah sedimentasi tersebut terpantau pada peta batimetri yang renggang di bagian tengah hingga ke barat daya daerah penelitian, dengan kedalaman 1 sampai dengan 2 meter jauh ke arah lepas pantai pada saat surut (Gambar 6). Di pihak lain di bagian timur laut menunjukkan pola kontur yang relatif rapat dan lebih dalam jika dibandingkan dengan perairan di bagian barat daya yaitu di atas 6 meter. Kedalaman laut bertambah ke arah utara dan timur laut dengan pola garis kontur cenderung berarah barat daya-timur laut mengikuti progradasi lengkungan daratan Lasem dan sekitarnya. Hal ini menunjukkan bahwa proses pendangkalan yang disebabkan oleh pasokan arus yang bermuatan sedimen ke arah timur laut relatif kecil jika dibandingkan dengan ke arah barat daya.

Dengan adanya endapan sedimen yang telah membentuk gosong pasir di lepas pantai bagian barat daya Lasem merupakan bukti bahwa pergerakan arus yang bermuatan sedimen di pesisir pantai Lasem dan sekitarnya telah berlangsung lama (Gambar 5). Terdapatnya titik-titik yang berpotensi abrasi di daerah bagian timur laut Lasem maka perlu dipertimbangkan pembuatan sistem proteksi pantai yang berkaitan dengan daerah peruntukan di kawasan tersebut sehingga tidak menambah luasnya daerah erosi.

## SIMPULAN

Pengendapan sedimen kearah baratdaya berdampak positif terhadap pengembangan lahan pertumbuhan hutan *mangrove* sebagai peredam alamiah dari aktifitas abrasi gelombang pada musim barat. Akan tetapi perkembangan sedimentasi tersebut berdampak negatif terhadap pengembangan untuk alur pelayaran. Pasokan sedimen rata-rata per tahun sangat erat kaitannya dengan frekuensi abrasi di pantai bagian timur laut

Lasem, sehingga aktifitas abrasi menjadi kendala utama jika di pesisir pantai Lasem tersebut akan di buka menjadi kawasan tambak dengan mengorbankan sisa-sisa tumbuhan *mangrove* di sekitarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bijker, E.W., 1988, An international journal for coastal, harbour and offshore engineers, *Coastal Engineering*, Volume 12, No. 3
- Bretschneider, C. L., 1954, Generation of wind wave over a shallow bottom, US Army Corps of Engineering, *Beach Tech. Memo.*, no. 51.
- Data angin dan curah hujan, 1981-1985, Stasiun Meteorologi Tanjung Perak Surabaya, *Badan Meteorologi dan Geofisika*, Laporan bulanan, Tidak dipublikasikan.
- Ijima and Tang F.L.W., 1967, Numerical calculation of wind wave at shallow water, *Proc. 10<sup>th</sup> Conf. Coastal Eng.* P.3-45.
- Kadar, D. dan Sudijono, 1993, Peta geologi Lembar Rembang, Jawa, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Bandung.
- Sulaiman, Dede, M., Syamsudin (1993), Coastal Area Management in Indonesia, *Proc. of Seminar Nasional Peran Teknik Hidraulik dan Hidrologi Dalam Pengembangan Sumberdaya Air*, PAU-UGM, Yogyakarta pp.92-100.
- Usman, E., Ilahude, D., Novico, F., Mirayosi, Setyadi, D., Karmini, M., Tri Dewi, K., Hartono, Permanawati, Y., 2004. Kajian aspek geologi dan geofisika pengembangan pelabuhan Lasem, Kabupaten Rembang, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Laporan internal, Tidak dipublikasikan.